Costruisci il tuo LABORATORIO e pratica subito con L'ELETTRONICA

n. 22 - L. 12.900 - 6,66 euro

TEORIA

I filtri

AUDIO

Simulatore del canto degli uccelli

Indicatore audio a quattro LED

Sirena elettronica manuale

TECNICHE

Oscillatore con 4093

DIGITALE

VCO con porte NOR

Luce automatica bidirezionale

LABORATORIO

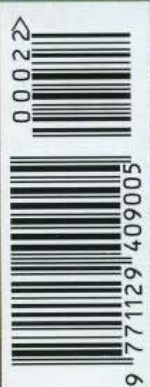
Revisione I

9 771129 409005 00022

Peruzzo & C.

IN REGALO in questo fascicolo

1 Circuito integrato 4093

2 Resistenze da 39K, 5%, 1/4W

NUOVO METODO PRATICO PROGRESSIVO

Direttore responsabile:
ALBERTO PERUZZO
Direttore Grandi Opere:
GIORGIO VERCELLINI
Direttore operativo:
VALENTINO LARGHI
Direttore tecnico:
ATTILIO BUCCHI
Consulenza tecnica e traduzioni:
CONSULCOMP s.a.s.
Pianificazione tecnica:
LEONARDO PITTON

Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (Mi). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1423 dell'12/11/99. Spedizione in abbonamento postale, gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963 Stampa: Europrint s.r.l., Zelo Buon Persico (LO). Distribuzione: SO.DI.P. S.p.a., Cinisello Balsamo (MI).

LABORATORIO DI ELETTRONICA si compone di 52 fascicoli settimanali da collezionare in 2 raccoglitori

RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI

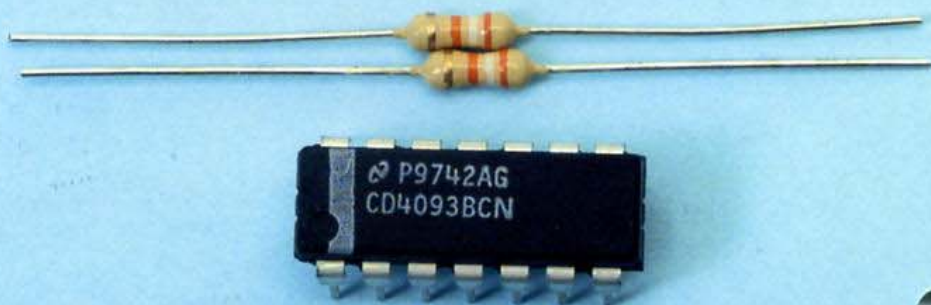
Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione (L. 3.000). Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di L. 50.000 e non superiore a L. 100.000, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammonteranno a L.11.000. La spesa sarà di L. 17.500 da L. 100.000 a L. 200.000; di L. 22.500 da L. 200.000 a L. 300.000; di L. 27.500 da L.300.000 a L. 400.000; di L. 30.000 da L. 400.000 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di L.1.000, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera.
IMPORTANTE: è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

AVVISO AGLI EDICOLANTI DELLA LOMBARDIA

Si informano gli edicolanti della Lombardia e delle zone limitrofe che, per richieste urgenti di fascicoli e raccoglitori delle nostre opere, possono rivolgersi direttamente al nostro magazzino arretrati, via Cerca 4, località Zoate, Tribiano (MI), previa telefonata al numero 02-90634178 o fax al numero 02-90634194 per accertare la disponibilità del materiale prima del ritiro.

Costruisci il tuo LABORATORIO e pratica subito con L'ELETTRONICA

Controlla i componenti IN REGALO in questo fascicolo

1 Circuito integrato 4093 — **2 Resistenze da 39K, 5%, 1/4W**

In questo fascicolo vengono forniti dei componenti per effettuare sempre più esperimenti.

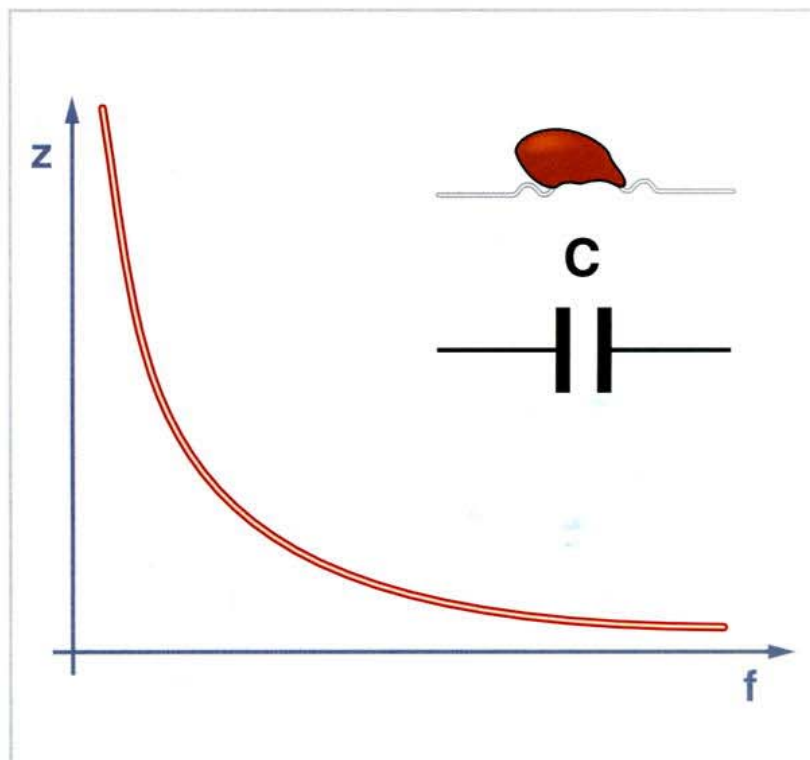
I filtri

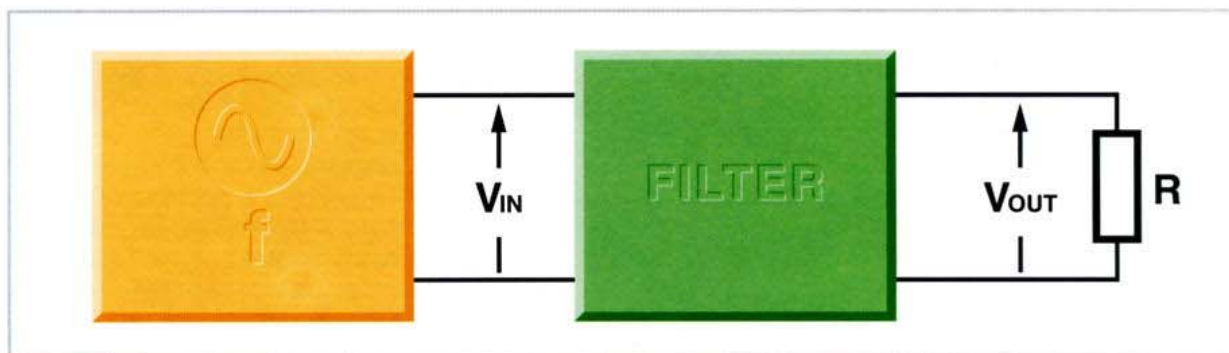
I filtri sono utilizzati per separare e selezionare i segnali elettrici in funzione della loro frequenza.

Se ci concentriamo sui componenti passivi base e supponiamo che siano ideali, le resistenze non cambiano di valore con la frequenza; va detto che la reattanza di una bobina cresce proporzionalmente alla frequenza, mentre l'impedenza di un condensatore diminuisce con la frequenza.

L'impedenza di un condensatore diminuisce all'aumentare della frequenza.

Filtri classici

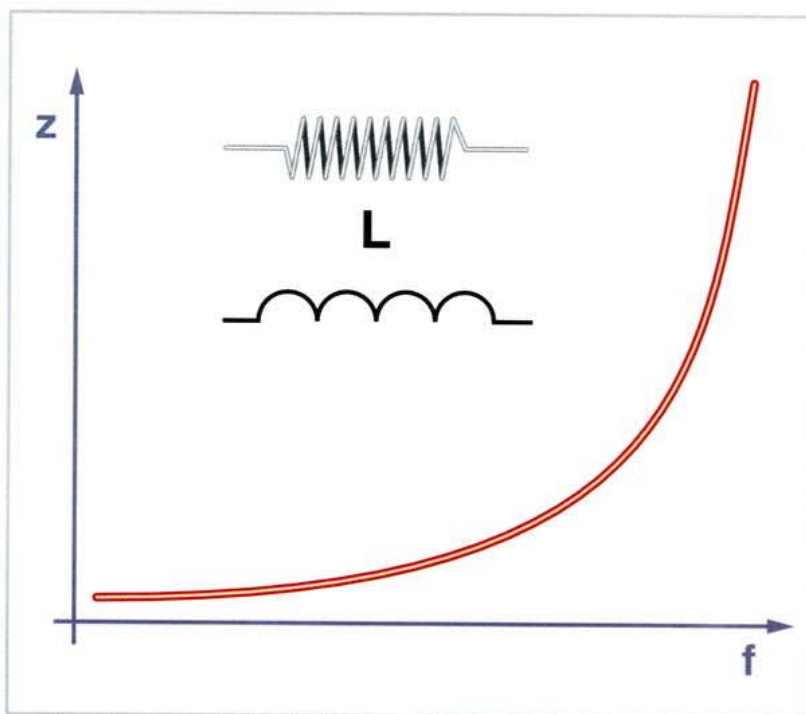
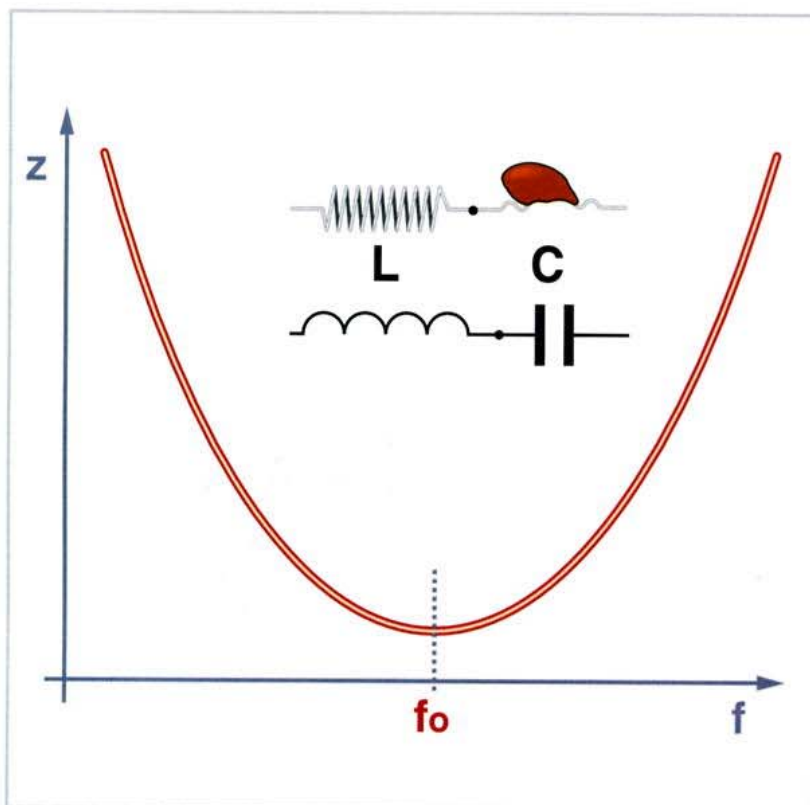
Quando si collegano in serie una bobina e un condensatore, si ottiene un circuito risonante, che presenta un'impedenza minima per una frequenza di valore $P=1/2\pi\sqrt{LC}$. La combinazione in parallelo viene impiegata per formare un circuito filtrante. Questi due tipi di circuito vennero usati, e si usano ancora adesso, nelle apparecchiature di radiocomunicazione per le alte frequenze. Si impiegano anche delle combinazioni di questi filtri, ad esempio quando si collegano in serie dei circuiti risonanti e dei circuiti filtranti in parallelo si ottengono dei filtri passa banda, mentre se si collegano al contrario si ottengono dei filtri per l'eliminazione della banda. Per utilizzi nelle basse frequenze, però, le dimensioni delle bobine e dei condensatori diventano importanti e rendono complicato l'uso di questo tipo di filtri; si impiegano, piuttosto, dei filtri attivi.

Frequenza di interdizione

Le frequenze di interdizione corrispondono alle frequenze per cui l'attenuazione del segnale è di 3 dB al di sotto dell'attenuazione nella banda di passaggio. Detto con altre parole, sono le frequenze per le quali il livello del segnale abbassa del 70% il livello nella banda di passaggio. Per i più esperti, o per gli amanti della matematica, diamo un'altra forma dell'espressione 3 dB= –20 log 0,7 che a sua volta è uguale a –20 log V/Vref, in cui

Le caratteristiche di un filtro si misurano variando la frequenza del segnale applicato all'entrata e misurandolo all'uscita.

Vref è la tensione del segnale della banda di passaggio e V è la tensione alle frequenze di interdizione, cioè 0,7 di Vref.

Guadagno

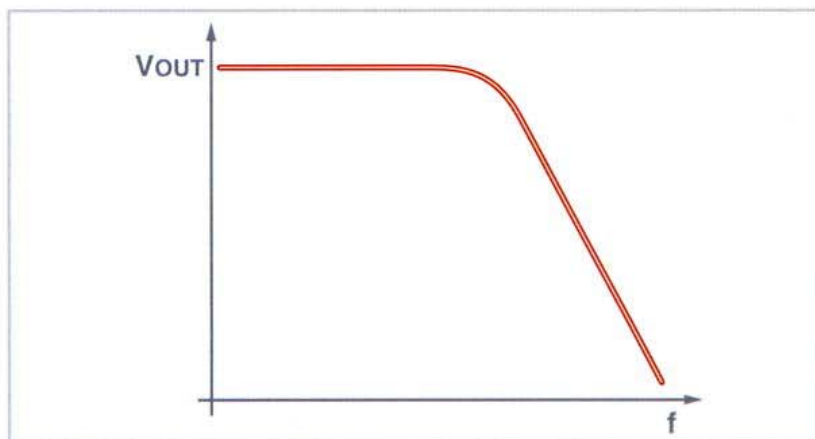
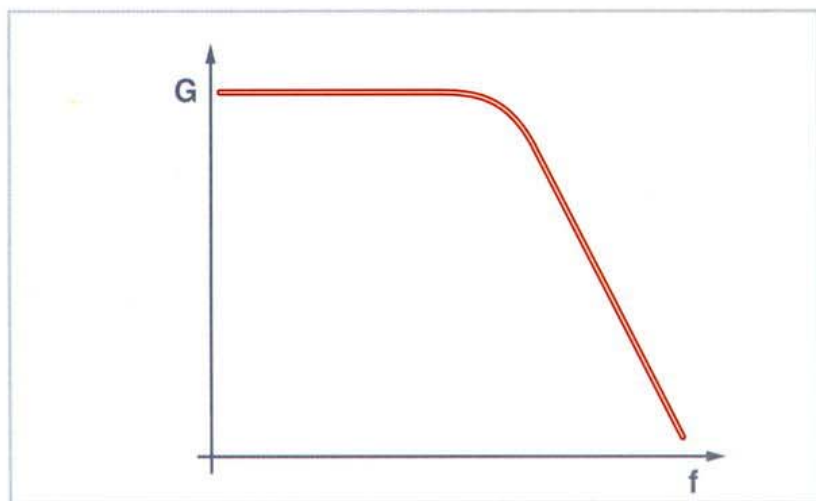
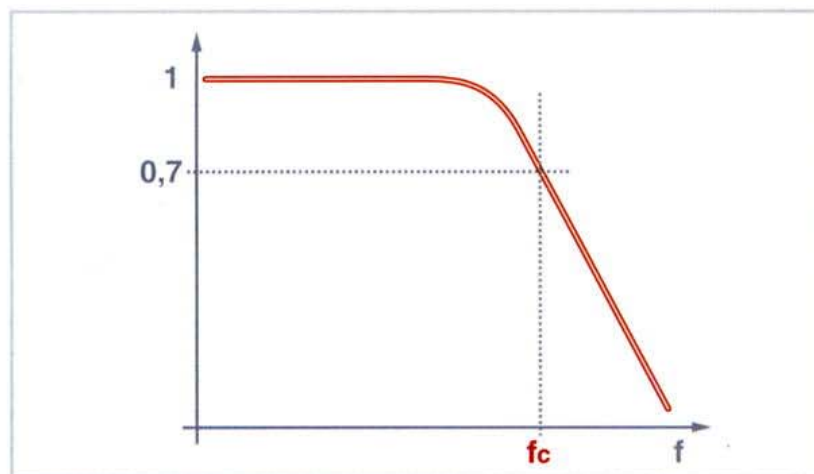
Il guadagno di un filtro è il quoziente tra la tensione dell'entrata e quello dell'uscita per una determinata frequenza, normalmente si utilizza la curva di guadagno in funzione della frequenza. In un filtro con componenti passivi il guadagno massimo è l'unità.

In un filtro ideale il guadagno nella banda del passaggio è l'unità, ma nei filtri reali gli viene assegnato il 100% per poter definire la frequenza d'interdizione al 70% del guadagno nella banda di passaggio.

L'impedenza di una bobina aumenta con la frequenza.

Quando si collegano in serie una bobina e un condensatore, c'è una frequenza per la quale il circuito presenta un'impedenza minima.

Valore di pendenza

In un filtro ideale l'attenuazione è infinita nella banda che riduce; in realtà non è così e la curva del guadagno non cade verticalmente alla frequenza d'interdizione se non ha una certa pendenza; l'attenuazione, cioè, non aumenta gradualmente.

Quanto più è verticale tanto più si avvicina al filtro ideale, anche se solitamente non è pratico, perché esige l'utilizzo di un elevato numero di componenti.

La pendenza di un filtro si misura in dB per ottava; ricordiamo che un'ottava è il doppio della frequenza. Per calcolare la pendenza si misura il livello del segnale per due frequenze nella banda attenuata, separate da un numero esatto di ottave, se ne calcola il quoziente, poi il logaritmo del risultato così

La tensione di uscita di un filtro passa basso diminuisce all'aumentare della frequenza.

Per poter utilizzare la tensione di uscita, è meglio definire il guadagno.

La frequenza di taglio corrisponde alla frequenza il cui segnale è il 70% rispetto al segnale nella banda di passaggio.

ottenuto si moltiplica per 20 e si divide per il numero delle ottave che separano le suddette frequenze.

Filtro passa basso

Il filtro passa basso lascia passare i segnali le cui frequenze stanno al di sotto della frequenza d'interdizione, mentre attenua quelle che stanno al di sopra.

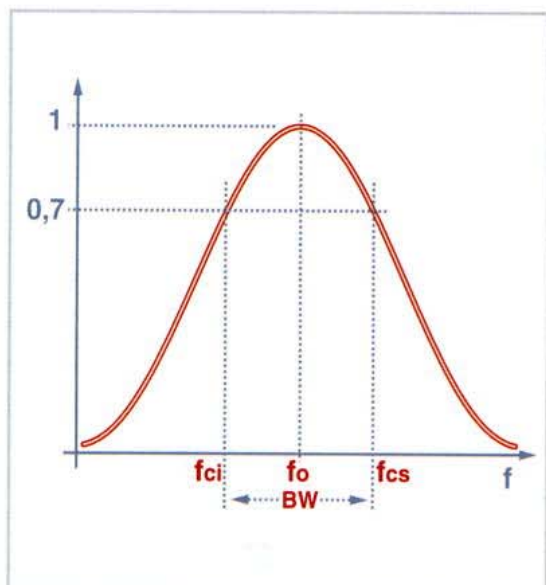
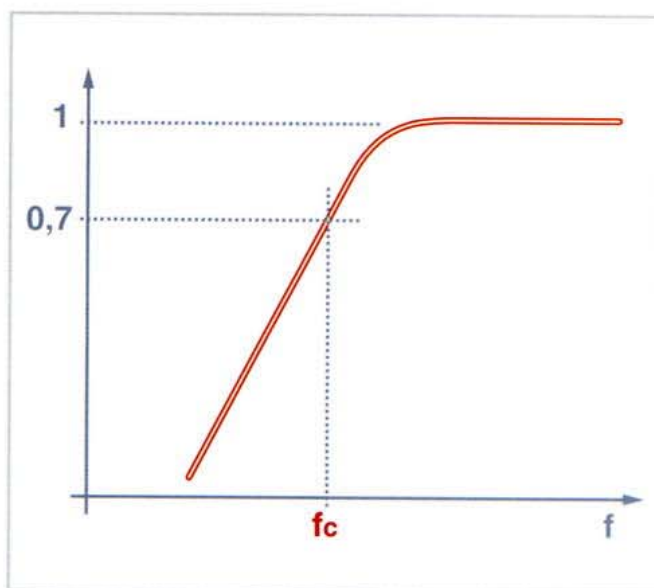
Filtro passa banda

Un filtro passa banda, come dice il nome, lascia passare una banda di frequenze compresa tra due determinate frequenze, denominate rispettivamente frequenze di interdizione superiore e inferiore; la differenza tra le due viene chiamate larghezza di banda (BW - Bandwith), definisce la frequenza per cui l'attenuazione è minima; la frequenza, per cui il guadagno è massimo, si chiama frequenza centrale o fo.

Il fattore della qualità del filtro viene rappresentata dalla lettera Q e rende l'idea della qualità del filtro e si calcola dividendo la frequenza centrale per la larghezza della banda.

Filtro a banda passante stretta

La banda passante di questo tipo di filtro è solitamente strettissima e presenta una forte attenuazione per una determinata frequenza; si utilizza normalmente per eliminare una frequenza.

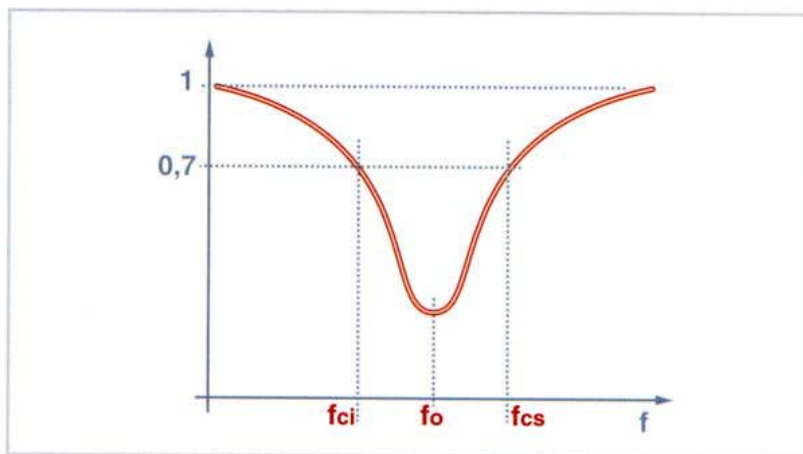
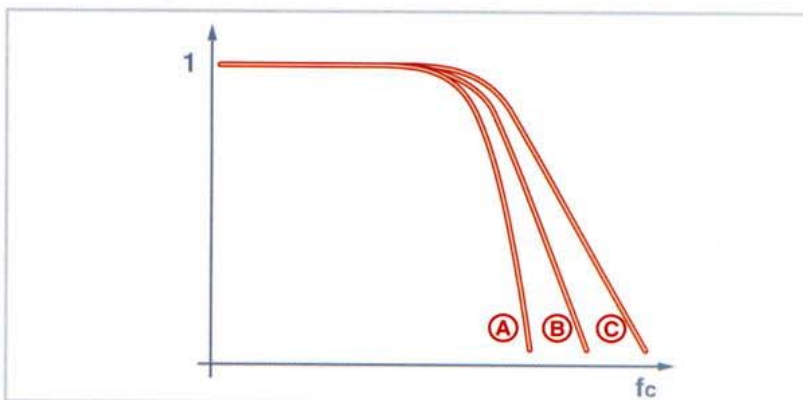
Si definisce per la sua larghezza di banda e le frequenze di interdizione superiore e inferiore.

Filtro passa banda.

Curva di risposta in frequenza di un filtro passa alto.

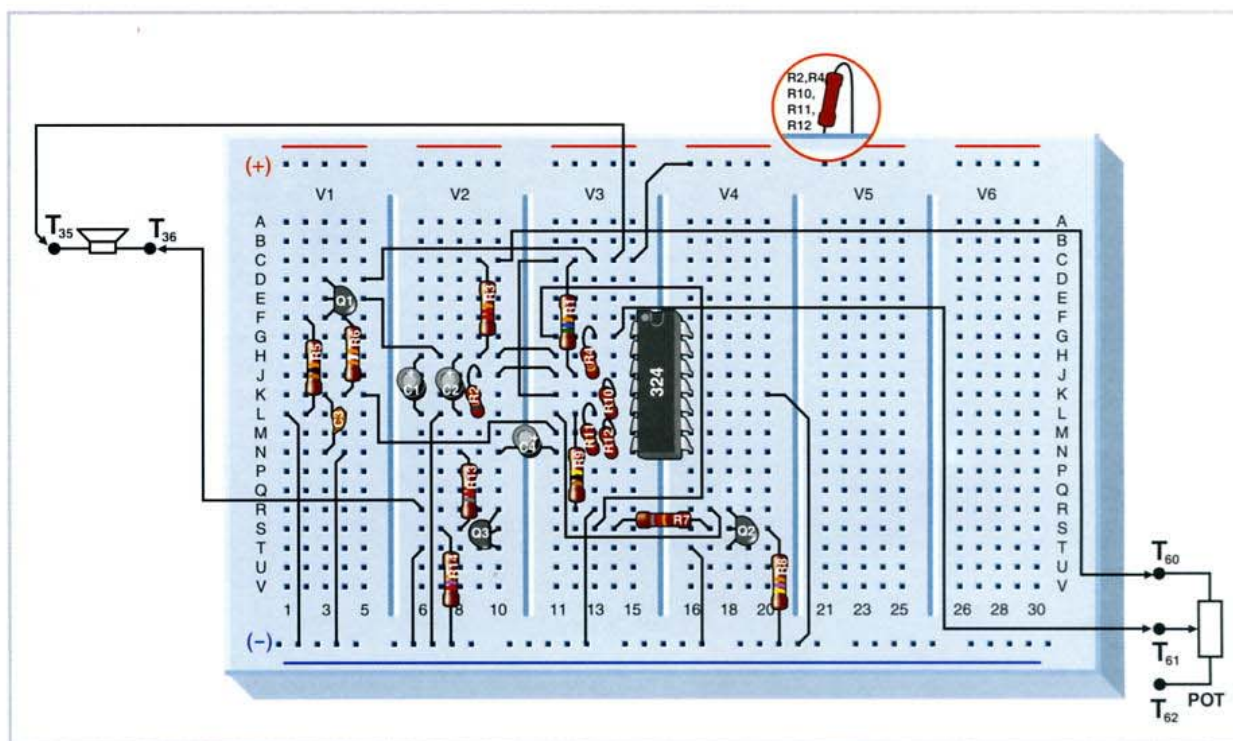
I componenti

I filtri ideali venivano costruiti con bobine e condensatori ideali, lasciavano passare delle frequenze mentre ne bloccavano delle altre, immagazzinavano energia in alcuni istanti e la perdevano successivamente. In realtà i componenti non sono ideali e, inoltre, ai filtri vengono aggiunte delle resistenze.

Le bobine, d'altra parte, hanno un costo abbastanza elevato, soprattutto per le basse frequenze, in cui si cerca di realizzare i filtri con i condensatori e, se non basta, si ricorre all'utilizzo di filtri attivi, che abbiamo studiato in precedenza.

I filtri si utilizzano per diverse gamme di frequenza, dai circuiti a microonde alla bassa frequenza audio hanno tutte i medesimi parametri base, ma la modalità di realizzazione, i componenti e l'aspetto finale sono diversissimi l'uno dall'altro.

Filtro della banda eliminata.

La pendenza di un filtro dà l'idea della frequenza di taglio del segnale che attua il filtro nella banda passante. A maggiore pendenza, curva A, corrisponde maggiore attenuazione.

Simulatore del canto degli uccelli

Genera un suono simile a quello del canto di un uccello.

Il circuito è in grado di generare un suono simile a quello emesso da un uccello quando canta. Partiamo dal segnale di un oscillatore che ne controlla un altro mediante due transistor. Il segnale di uscita lo ascolteremo all'altoparlante.

Il circuito

Il suono si ottiene a partire da un oscillatore realizzato con l'amplificatore operazionale U1A.

L'oscillatore non ha un'uscita a frequenza fissa; disponiamo del potenziometro POT per variarne la frequenza e regolare il suono dell'altoparlante a nostro piacimento. Si utilizza l'onda quadra all'uscita dell'oscillatore per connettersi al transistor Q2 e la carica dei condensatori C1 e C2 per collegarsi al transistor Q1. In questo modo si ottiene nel secondo oscillatore un segnale che si interrompe a causa dell'effetto del transistor Q2 che agisce come un interruttore e al cambio di frequenza che provoca Q1 quando aumenta la corrente di carica di C3, per cui il risultato dell'uscita è un suono molto squillante.

Un oscillatore particolarissimo

Funzionamento

Il circuito si deve avviare immediatamente quando riceve l'alimentazione, anche se dobbiamo regolare il valore del potenziometro POT a circa metà del percorso del suo cursore. Per avere un suono più o meno gradevole, dobbiamo regolare nuovamente il potenziometro, con l'alimentazione già collegata. Con ciò, il circuito si avvierà, perché l'oscillatore costruito con U1A non necessita di nessun tipo di azionamento. L'oscillatore finale, costruito con U1B, è quello che darà un segnale supplementare che dipende dallo stato di conduzione dei transistor Q1 e Q2 che alternativamente lo piloteranno, così da poter ottenere la variazione tipica della frequenza di quest'ultimo oscillatore.

Avviamento

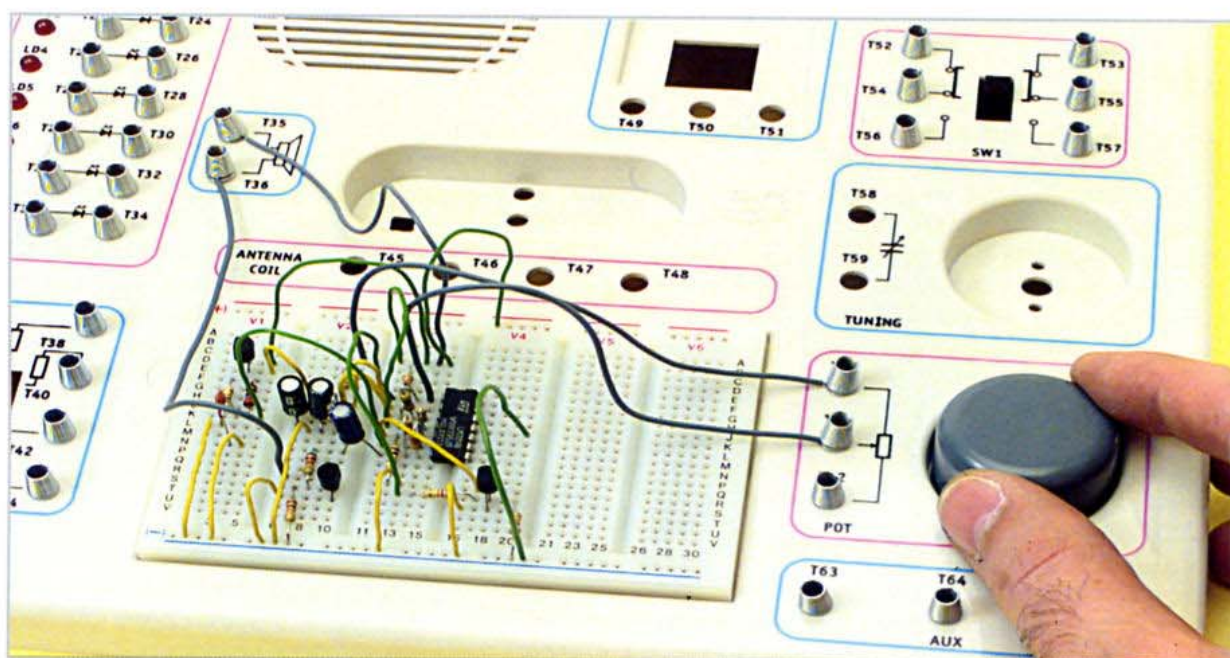
Il circuito dovrebbe, come minimo, emettere un qualche tipo di suono, quando si collega l'alimentazione. Se regoliamo il potenziometro POT più o meno a metà del percorso del suo cursore, si otterrà il suono desiderato; ciascuno, però, lo potrà regolare a proprio piacimento. Se

Simulatore del canto degli uccelli

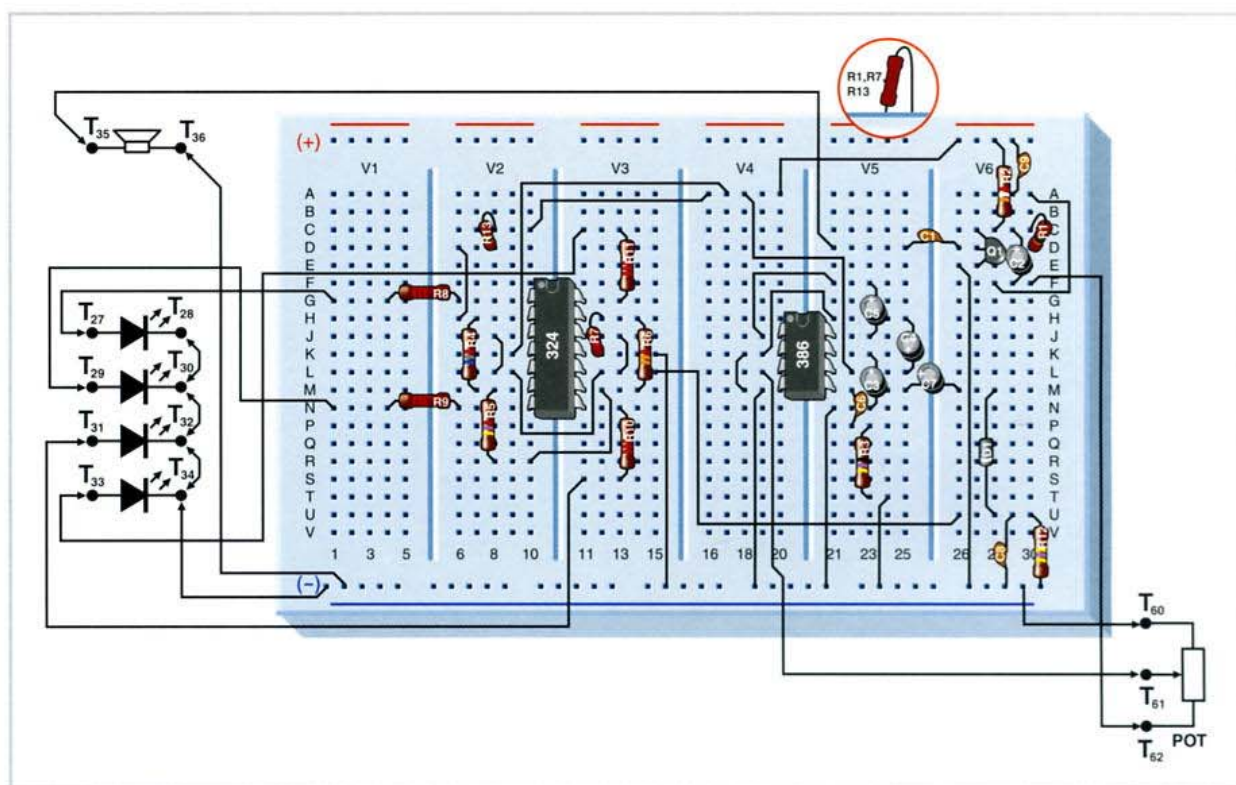
COMPONENTI	
R1, R2	56 K
R3, R12	22 K
R4, R8	47 K
R5	10 K
R6	39 K
R7	82 K
R9, R10, R11	100 K
R13	8K2
R14	27 K
C1	2,2 µF
C2	1 µF
C3	4,7 nF
C4	10 µF
Q1, Q2	BC548
Q3	BC338
U1	LM324
ALTOPARLANTE	
POT	

il circuito non funziona, scollegheremo l'alimentazione e verificheremo la polarità dei condensatori elettrolitici C1, C2 e C4 e dei transistor. Verificheremo, inoltre, l'alimentazione dell'LM324.

Esperimento

Trattandosi di un circuito che ha come componente principale un oscillatore, benché sia realizzato con un amplificatore operazionale, possiamo modificare qualsiasi componente e vedere come il cambiamento della frequenza del segnale di uscita produce un cambiamento del suono. È interessante anche cambiare qualcuna delle resistenze – da R5 a R8 – che polarizzano i transistor per osservare che ora non è facile riuscire ad ottenere dei suoni.

Regoliamo il suono con il potenziometro.

Indicatore audio a quattro LED

Rappresenta il livello audio captato dal microfono in quattro livelli.

Il circuito capta un segnale audio attraverso l'altoparlante, utilizzato come microfono, lo amplifica al livello necessario e lo rettifica per ottenere un livello di tensione continuo che verrà confrontato con diversi livelli di riferimento regolati in ogni comparatore. In questo modo, in funzione del livello del segnale, si accenderanno dei diodi LED, in misura maggiore o minore. In definitiva, si tratta di un indicatore di livello del segnale audio captato dall'altoparlante.

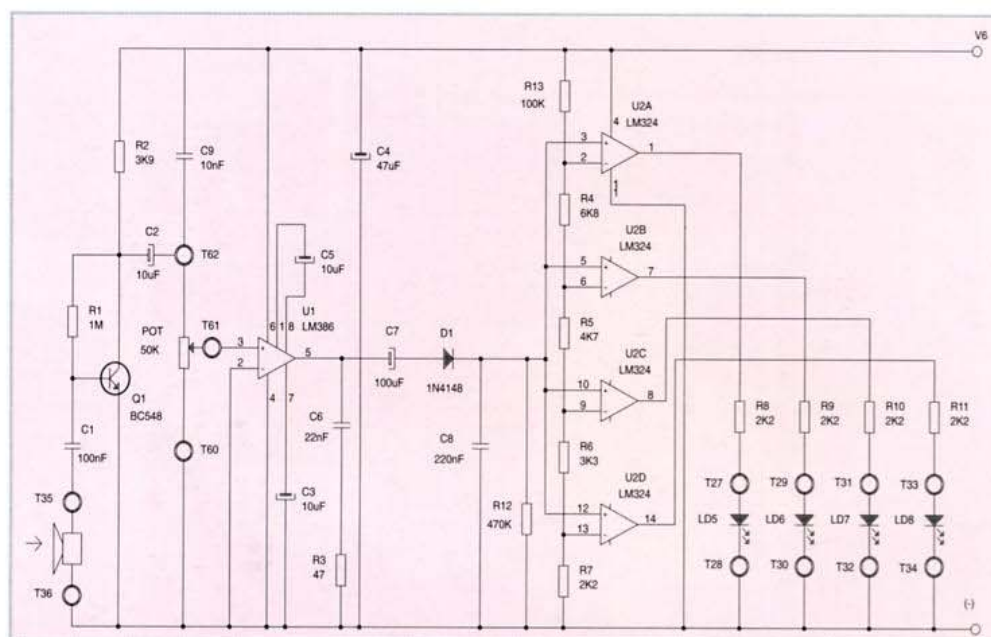
Il circuito

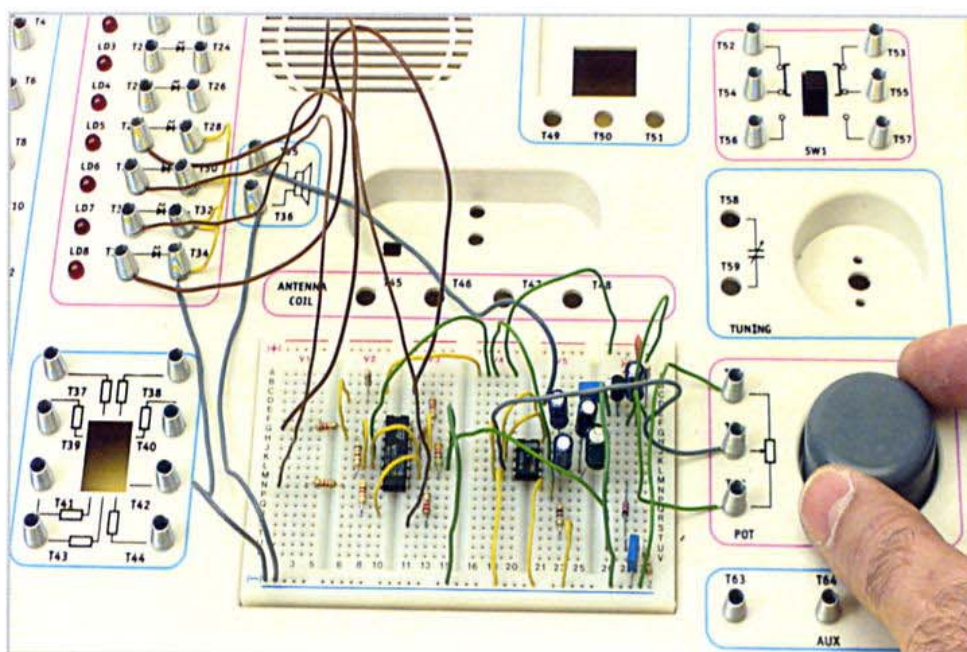
Nel circuito esistono diverse parti ben definite: ricezione, amplificazione e rettificazione e, infine, comparazione e visualizzazione del segnale. Il segnale captato dall'altoparlante viene amplificato in uno stadio che preleva il segnale amplificato da Q1. Il segnale di uscita di questo stadio viene prelevato dal collettore tramite il condensatore elettrolitico C2 e viene inviato al potenziometro POT che ci servirà per controllare il livello del segnale applicato all'entrata dell'amplificatore LM386. Questo amplificatore è configurato per un guadagno di 200 e ha inserito tra i suoi due terminali 1 e 8 un condensatore da 10 µF. Il segnale di uscita prima viene inviato attraverso il condensatore, C7, che fa da filtro passa alto eliminando la componente continua. In seguito, il segnale viene rettificato dal diodo D1 e si elimina il residuo ondulatorio mediante il condensatore C8. La tensione ottenuta alle estremità del condensatore e che dipende dal livello del segnale di entrata, viene applicata ai comparatori, in maniera tale che se questo livello supera quello stabilito come riferimento, mediante le resistenze da R4 a R7, i diodi LED corrispondenti a questi comparatori si accenderanno.

L'altoparlante capta il suono

Funzionamento

Visto il circuito, vediamone adesso il funzionamento: a tale scopo, dovremo effettuare una piccola regolazione. Collocheremo il potenziometro sul suo valore minimo, di modo che dall'amplificatore d'entrata arrivi all'amplificatore U1 il maggiore livello del segnale. Parleremo, adesso, attraverso l'altoparlante; di norma, dovrebbero

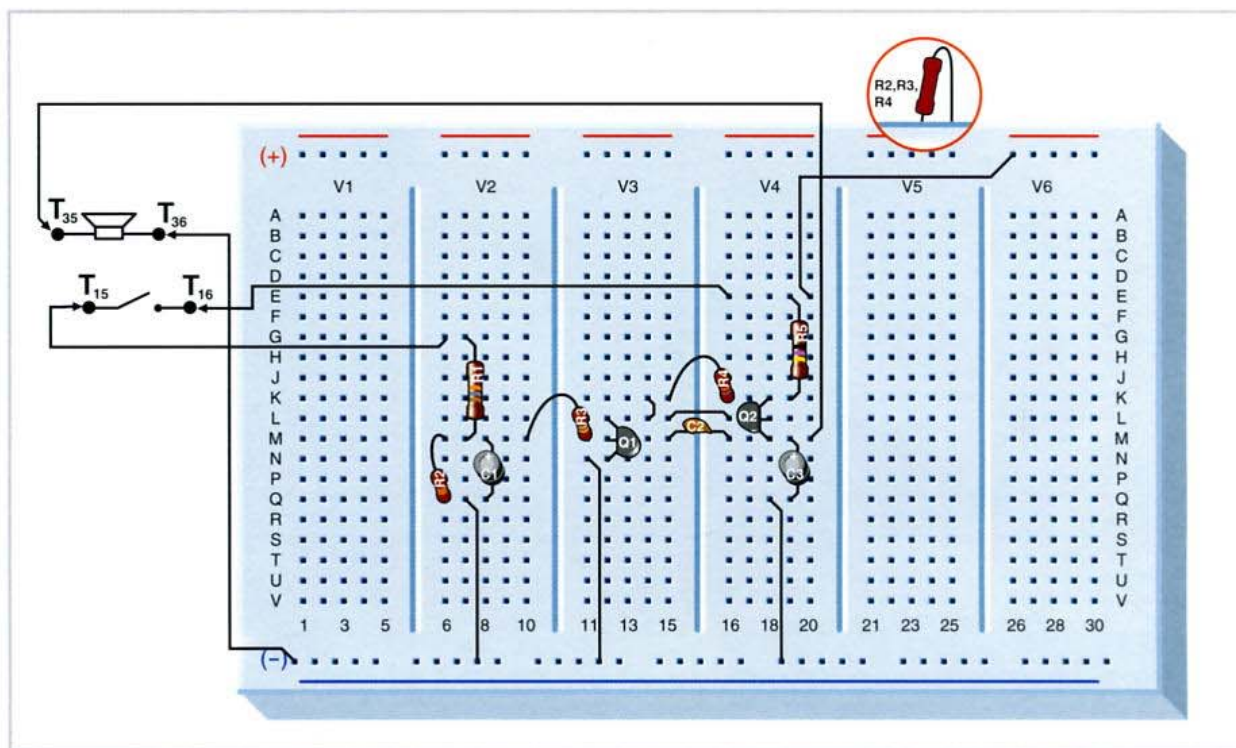
Indicatore audio a quattro LED

COMPONENTI	
R1	1 M
R2	3K9
R3	47 Ω
R4	6K8
R5	4K7
R6	3K3
R7 a R11	2K2
R12	470 K
R13	100 K
C1	100 nF
C2, C3, C5	10 µF
C4	47 µF
C6	22 nF
C7	100 µF
C8	220 nF
C9	10 nF
D1	1N4148
Q1	BC548
U1	LM386
U2	LM324
ALTOPARLANTE	
POT	
LD5 A LD8	

accendersi tutti i LED. Nel caso ciò non avvenga, scollegheremo l'alimentazione e verificheremo che tutte le connessioni siano state ben realizzate. Se si accendono tutti i diodi, muoveremo il comando del POT alla metà del suo valore e verificheremo quanti LED si siano accesi quando abbiamo parlato. Se tutti continuano ad accendersi, abbasseremo nuovamente il valore fino a che, muovendo P1, vediamo spegnersi il LED LD5 anche se continuiamo a parlare. In questo modo, abbiamo regolato il montaggio. Se non parliamo, non si accenderà nessun LED, al massimo il LED LD8, a causa delle interferenze o di un rumore di fondo persistente, ma se parliamo, e dipenderà da quanto siamo vicini all'altoparlante e dal livello a cui parliamo, si accenderà l'uno o l'altro LED.

Il potenziometro viene utilizzato per regolare il livello d'entrata.

Sperimentare il circuito

Possiamo cambiare il guadagno dell'amplificatore U1, cortocircuitando il condensatore C5 e cercando di effettuare la regolazione proprio come abbiamo detto. Possiamo circuitare anche il condensatore C7 e verificheremo come, passando tutto il livello del segnale continuo, i diodi rimarranno sempre accesi.

Sirena elettronica manuale

Imita il suono delle sirene meccaniche.

Il suono di questa sirena ha la particolarità di iniziare ad una frequenza bassa, di arrivare ad un massimo – al quale si mantiene per un certo periodo di tempo – e di ritornare alle basse frequenze. Questo funzionamento viene prodotto quando viene azionato, e poi lasciato andare, il pulsante P8.

Il circuito

Il suono della sirena viene generato mediante un oscillatore controllato dalla tensione (VCO), formato dai transistor Q1 e Q2. L'oscillazione si produce perché il condensatore C2 porta parte del segnale di uscita ancora all'entrata: è la controreazione. Come abbiamo detto, la frequenza dell'oscillatore può essere cambiata mediante una variazione della tensione applicata, attraverso R3, alla base di Q1. Questa tensione è quella che abbiamo agli estremi di C1, per cui all'inizio, quando si aziona il pulsante P8, la tensione in questo condensatore cresce, perché il condensatore inizierà a caricarsi attraverso R1, il che provoca un incremento della frequenza di uscita. Quando si libera il pulsante, il condensatore C1 si scarica attraverso la resistenza R2, per cui la diminuzione della tensione agli estremi provocherà una diminuzione della frequenza dell'oscillatore. Il condensatore C3 limita la frequenza massima dell'oscillatore, agendo come filtro passa basso.

La frequenza di uscita viene controllata dalla tensione

Funzionamento

In stato di riposo, con l'alimentazione collegata, ma senza che venga azionato il pulsante P8, il circuito rimane inattivo. Quando viene premuto P8, il condensatore si carica, la sua tensione sale e, conseguentemente, all'uscita si produce un incremento della frequenza fino ad un valore massimo che viene dato dalla carica totale del suddetto condensatore. Rimane a questa frequenza fino a quando il pulsante non viene rilasciato. In questo momento, il condensatore inizia a scaricarsi e ciò fa diminuire la frequenza dell'uscita finché non si scarica completamente.

Avviamento

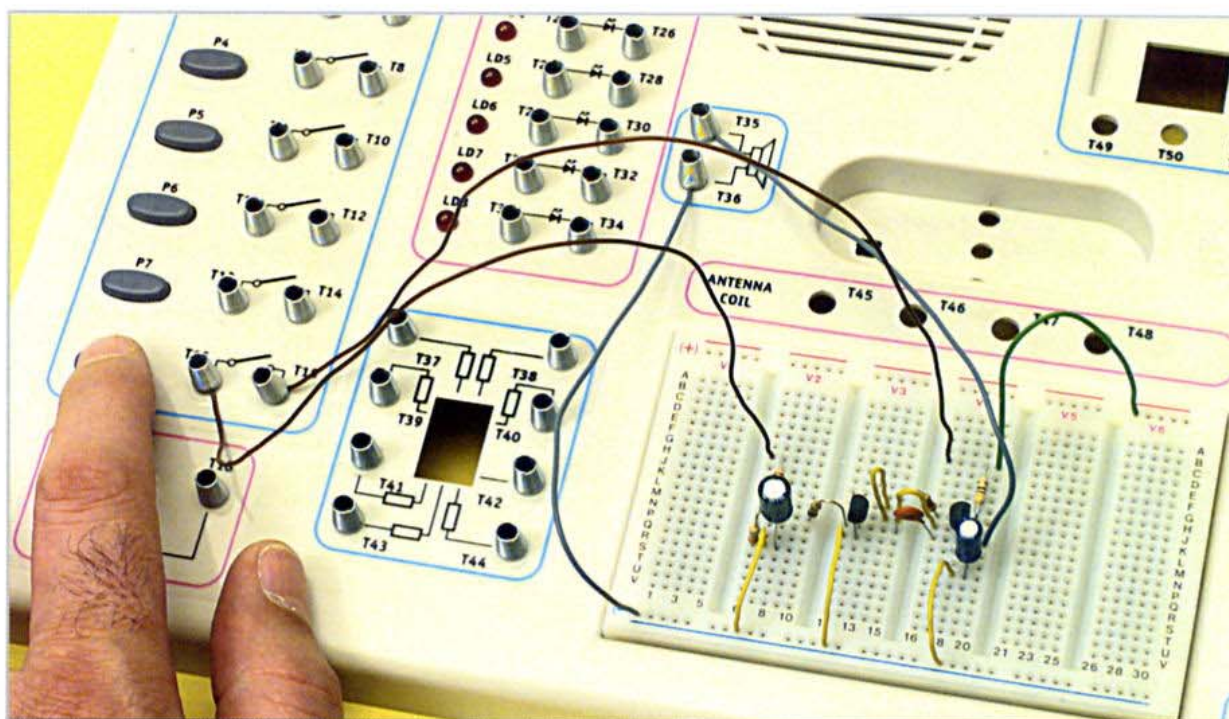
Per assicurare il funzionamento del circuito, prima di collegare l'alimentazione, dobbiamo ripassare tutte le connessioni di tutti i

Sirena elettronica manuale

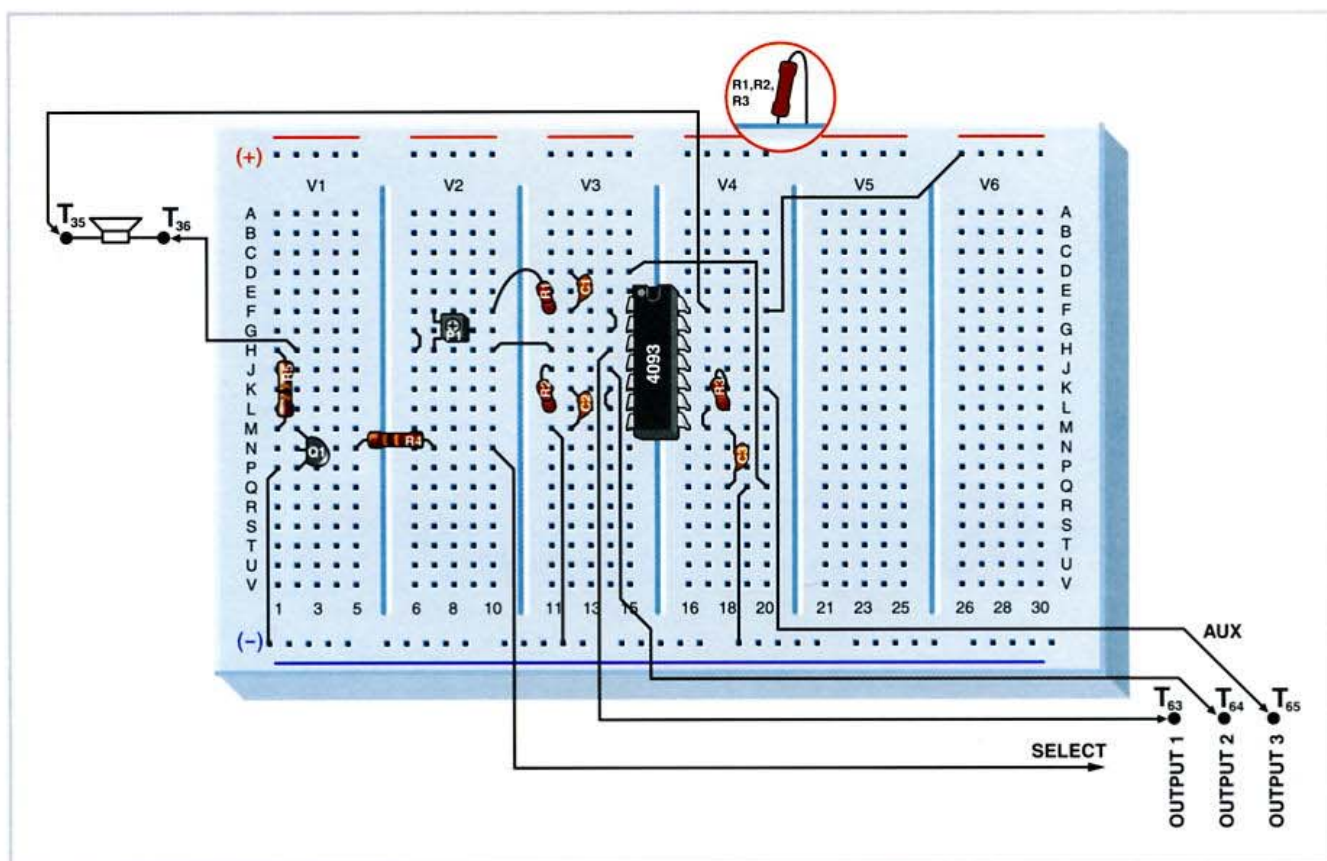
COMPONENTI	
R1	18 K
R2	33 K
R3	470 K
R4	8K2
R5	47 Ω
C1	100 µF
C2	10 nF
C3	1 µF
Q1	BC338
Q2	BC328
ALTOPARLANTE	
P8	

componenti e soprattutto la polarità dei due transistor e dei condensatori elettrolitici.

Sperimentiamo il circuito

Nel montaggio possiamo cambiare la frequenza dell'oscillazione, cioè la frequenza massima che si produce quando il condensatore è caricato, variando il valore del condensatore C2, provare 47µF e con 220µF. È anche possibile fare in modo che l'aumento della frequenza iniziale e il decremento finale, che sono quelli che generano il caratteristico suono del circuito, si producano durante un tempo più lungo. Perciò basta aumentare il valore della resistenza R3.

Se cambiamo C2, cambieremo la frequenza del circuito.

Oscillatore con 4093

Possiamo costruire un oscillatore con un'unica porta Trigger Schmitt.

Abbiamo finora visto oscillatori astabili destinati ad uno specifico utilizzo, come il 555, e realizzati con transistor e con due porte logiche. Ora, realizzeremo un oscillatore astabile con un'unica porta logica. Può garantire una notevole precisione, se sono precisi i componenti – resistenza e condensatore – che lo compongono.

Oscillatore astabile con 4093

A partire da uno stadio invertente Schmitt CMOS, possiamo realizzare un eccellente clock astabile.

Con il 4093, che ha quattro porte NAND, è possibile costruire fino a quattro oscillatori astabili convertendo le porte in invertenti. Per far ciò è sufficiente unire tra loro due entrate di ognuna di queste porte. Questo tipo di astabile garantisce un funzionamento eccellente, con rampe di uscita molto pulite che non vengono influenzate dalla linea di alimentazione né da altre interferenze. La frequenza di funzionamento è determinata dai valori della resistenza collocata tra l'entrata e l'uscita e il condensatore tra l'entrata e il negativo dell'alimentazione. Questa frequenza può variare, più o meno, da pochi Hertz fino a 1MHz.

Il funzionamento dell'oscillatore è tale che il condensatore si carica e si scarica alternativamente attraverso la resistenza, senza cambiare la polarità. La frequenza di uscita viene data dalla formula: f = 1/(0,8 x R x C).

In queste porte non esiste un livello di tensione indeterminato

Il circuito

Il montaggio consta di tre oscillatori. Il circuito che ha come oscillatore U1A ha un segnale formato da un'onda quadra la cui frequenza può essere variata attraverso il potenziometro P1. Con i componenti del montaggio, l'uscita del segnale ha una gamma di frequenze che va da 1,25 MHz quando il potenziometro è al suo minimo valore fino a qualcosa in più di 12 KHz, quando è al suo massimo valore. Per poter osservare il cambiamento di frequenza, colleghiamo l'uscita dell'oscillatore direttamente alla base del transistor attraverso la resi-

Oscillatore con 4093

COMPONENTI	
R1, R2	1 K
R3	18 K
R4	10 K
R5	100 Ω
P1	100 K
C1	1 nF
C2	22 nF
C3	10 nF
Q1	BC548
U1	4093
ALTOPARLANTE	

stenza R4. L'orecchio umano è capace di ascoltare fino ai 20 KHz e, quindi, si potrà ascoltare solamente una parte della gamma, quella che va dai 12 ai 20 KHz. Il circuito dell'oscillatore montato intorno alla porta U1B, ha una frequenza fissa di circa 56 KHz, pertanto questa frequenza non è udibile. L'ultimo degli oscillatori è configurato per una frequenza di 12500 Hz, per cui sarà perfettamente udibile quando si collega R4 all'uscita di U1C.

Avviamento

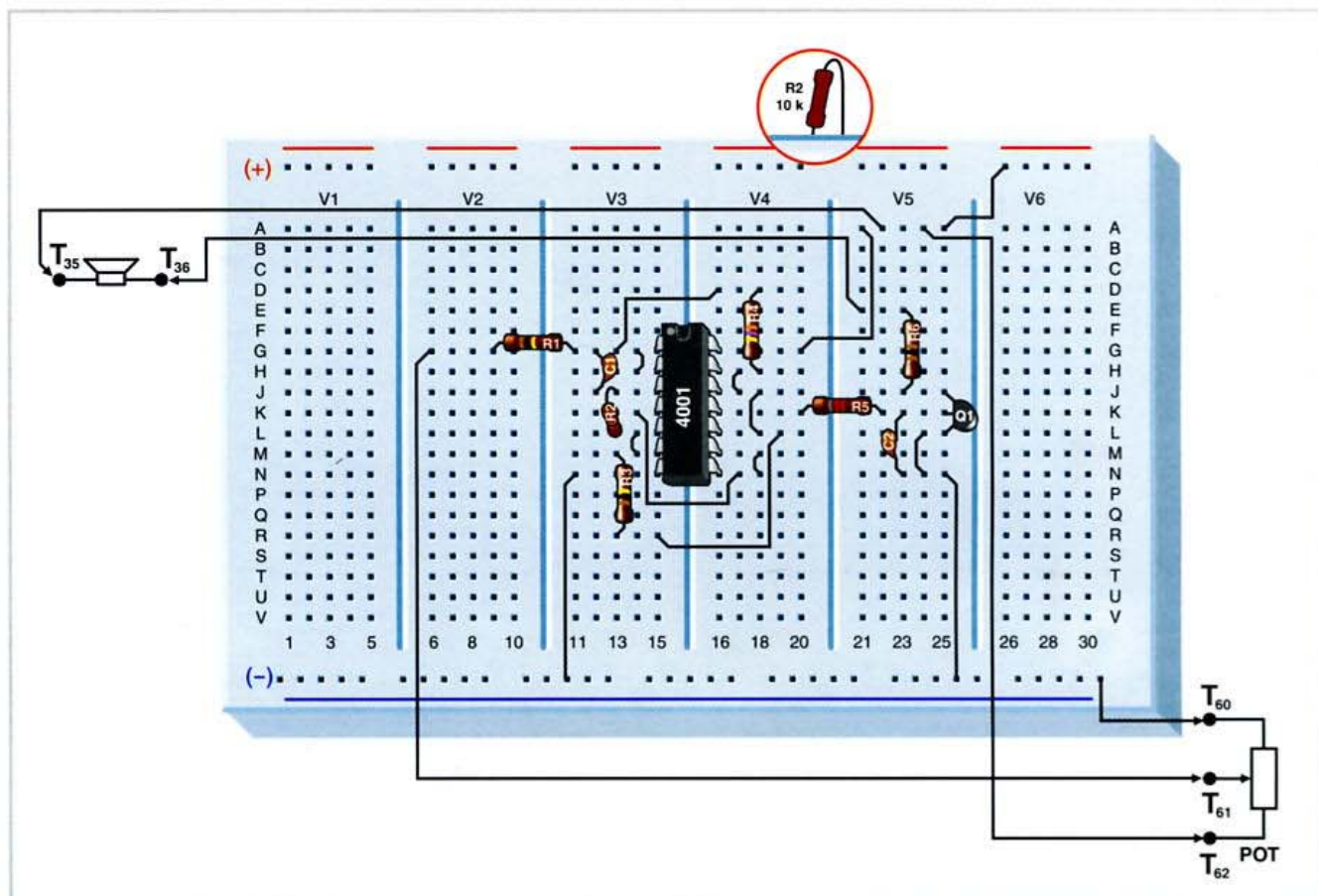
Gli oscillatori dell'esperimento devono poter funzionare immediatamente non appena viene collegata l'alimentazione. Possiamo verificarlo collegando una delle loro uscite alla base del transistor. Con il primo oscillatore si deve porre il potenziometro al minimo per ottenere una frequenza udibile. Il secondo oscillatore, con il condensatore da 22 nF non si potrà sentire, per cui potremo cambiare l'oscillatore con un altro da 2,2 nF e verificare come funzioni: la frequenza, logicamente, sarà la decima parte rispetto a quella originaria. Il terzo oscillatore, se collegato a R4, diventa udibile. Se non riusciamo ad ascoltarne nessuno, dovremo verificare tutte le connessioni del transistor e l'alimentazione del circuito integrato 4093.

L'altoparlante viene utilizzato per verificare gli oscillatori.

Sperimentiamo il circuito

Conoscendo la formula che ci dà la frequenza di uscita, si possono cambiare i componenti che formano ciascun oscillatore per verificare quali siano le frequenze udibili e quali non lo siano.

VCO con porte NOR

La frequenza iniziale è proporzionale alla tensione del terminale T61.

Il circuito con cui effettuiamo questo esperimento è un VCO. Questo circuito, come indica la sigla, è un oscillatore controllato dalla tensione, la frequenza del segnale di uscita, cioè, dipende da una tensione che verrà applicata in un punto del circuito; in questo caso all'entrata dello stesso circuito. Il segnale risultante viene amplificato mediante un transistor prima di essere trasferito all'altoparlante di uscita. Pertanto, nell'altoparlante avremo una gamma di frequenze che possono essere la base per fare degli esperimenti con musica elettronica, ma questa è solo una delle possibili applicazioni di questo tipo di circuito.

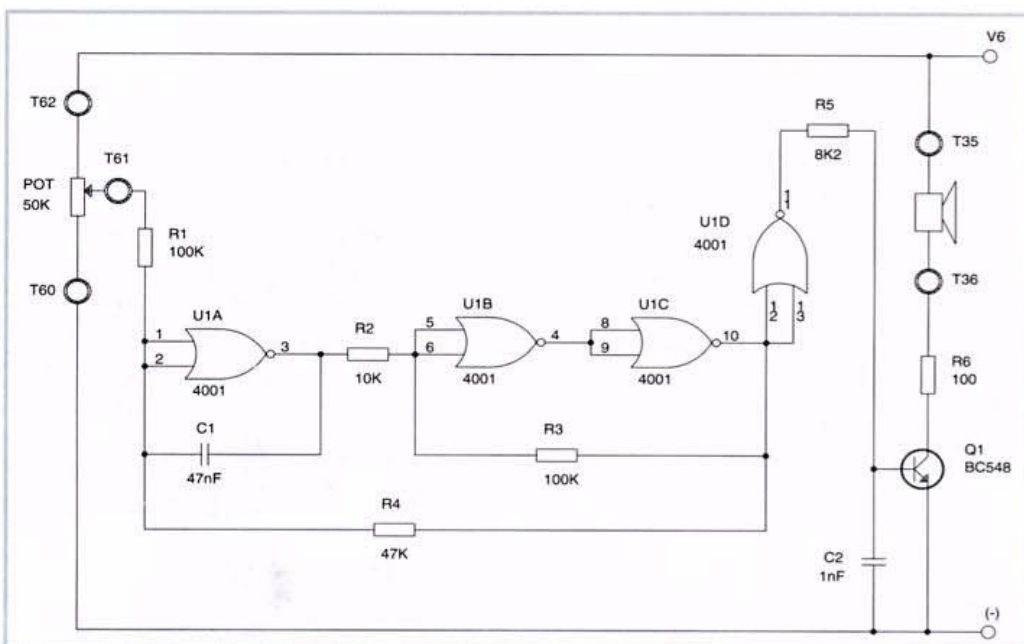
Funzionamento

Il circuito basa il proprio funzionamento sulla generazione nella porta U1A di un'onda triangolare. Riusciamo ad ottenere quest'onda triangolare costante attraverso il condensatore C1. Con il potenziometro riusciamo a controllare la suddetta corrente in modo da controllare il tempo che il segnale triangolare impiega per generarsi e pertanto la frequenza del segnale in uscita. Il segnale di uscita non ci sarebbe utile se non esistesse un circuito che provoca una instabilità e che la converte in un oscillatore vero e proprio. Tutto ciò si ottiene introducendo due porte che provocano un ritardo e generano l'oscillazione. Il segnale

La tensione viene regolata manualmente

Il circuito

Il circuito possiede tre stadi, ciascuno dei quali ha delle funzioni ben definite. La prima parte è formata dal potenziometro POT, da R1, C1 e U1A. Questa è la parte incaricata di generare un segnale triangolare, permettendo la carica del condensatore con corrente costante attraverso il POT e R1. Lo stadio successivo è costituito dalle porte U1B, U1C e dalle resistenze R2, R3 e R4. Questo stadio è quello che produce l'oscillazione del circuito sfruttando il ritardo prodotto dalle porte U1B e U1C. La resistenza R4 riporta l'oscillazione alla porta U1A, permettendo che il condensatore si scarichi e permettendo, quindi, la ge-

VCO con porte NOR

COMPONENTI	
R1, R3	100 K
R2	10 K
R4	47 K
R5	8K2
R6	100
C1	47 nF
C2	1 nF
U1	4001
Q1	BC548
POT	
ALTOPARLANTE	

nerazione dell'onda triangolare, base del circuito. Perché il segnale di uscita non degeneri in autoscillazioni, è stata collocata una porta intermedia U1D, che si utilizza per trasferire il segnale allo stadio di uscita, formato dal transistor Q1 che si collega direttamente all'altoparlante, collegato nel circuito del collettore.

Avviamento

Il circuito deve funzionare quando si collega l'alimentazione; se non lo fa, ciò può essere dovuto a una connessione errata di qualche componente, per cui dovremo ripassare tutto il montaggio, iniziando dall'alimentazione del circuito integrato e dai terminali del transistor Q1.

Esperimento 1

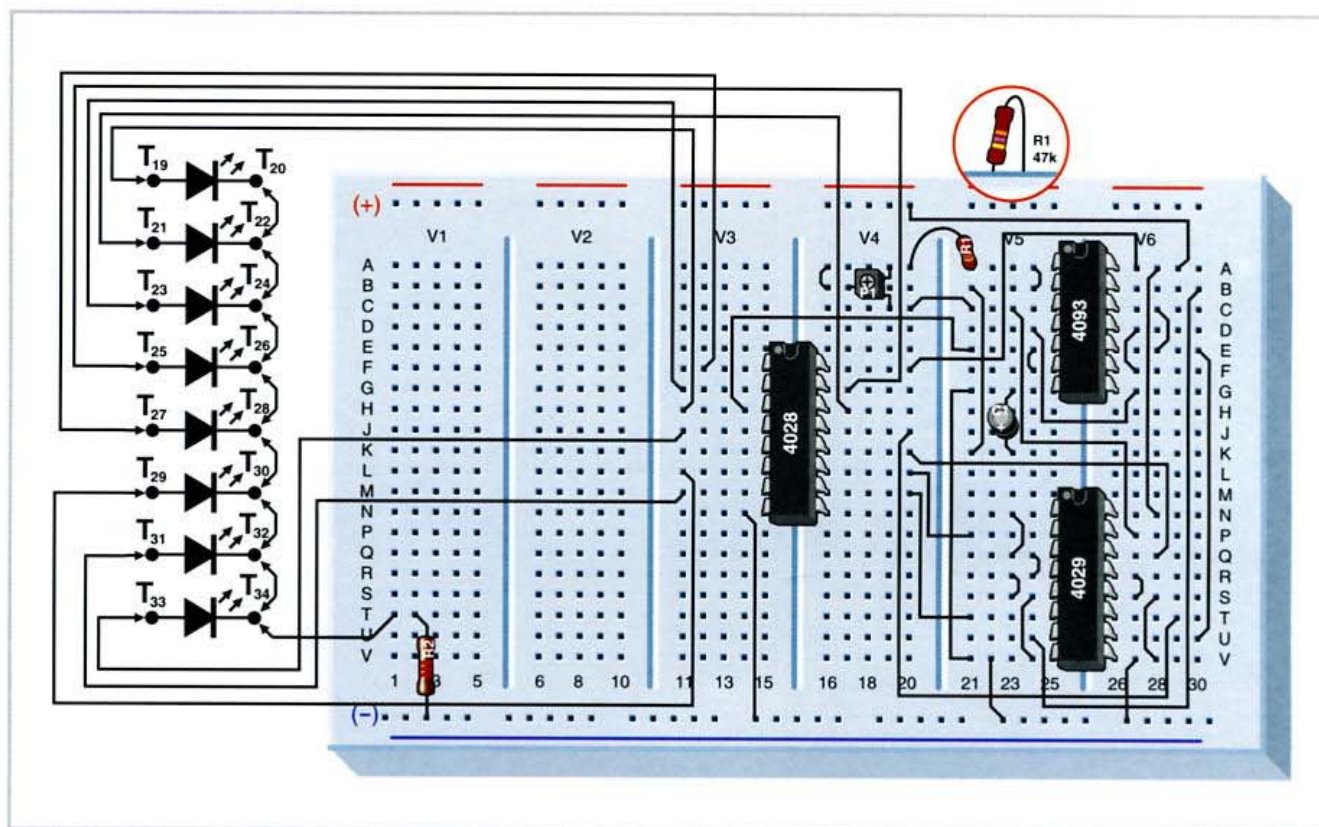
Il circuito è dotato di una considerevole gamma di frequenze, ottenute agendo sul cursore del potenziometro POT. I loro valori sono dovuti ai valori dei componenti POT, R1 e C1, per cui, cambiandone uno qualunque, potremo ottenere una diversa gamma di frequenze; lo potremo verificare dal diverso tono che avremo in uscita dall'altoparlante.

In un VCO, la frequenza viene regolata dalla tensione.

Esperimento 2

Per cambiare la polarizzazione del transistor Q1, dovremo agire su R5 e/o R6. In questo modo, se aumentiamo R5 e/o R6, otteniamo una minor potenza di uscita. Invece, se diminuiamo questi valori, otterremo una potenza maggiore. Quest'ultima operazione può risultare un po' arrischiata se non abbiamo ben presente la possibilità di poter distruggere il transistor per un eccesso di corrente. Per evitare una tale evenienza, diminuiremo la resistenza della base, curandoci di non abbassarla al di sotto di 2K2.

Luce automatica bidirezionale

Il LED illuminato si sposta automaticamente a sinistra e a destra.

Una luce che si sposti ininterrottamente e automaticamente a destra e a sinistra ci può essere familiare. Si tratta del montaggio che proponiamo in questo esperimento e che potrà essere, ad esempio, un singolare e vistoso allarme per autovetture.

Funzionamento

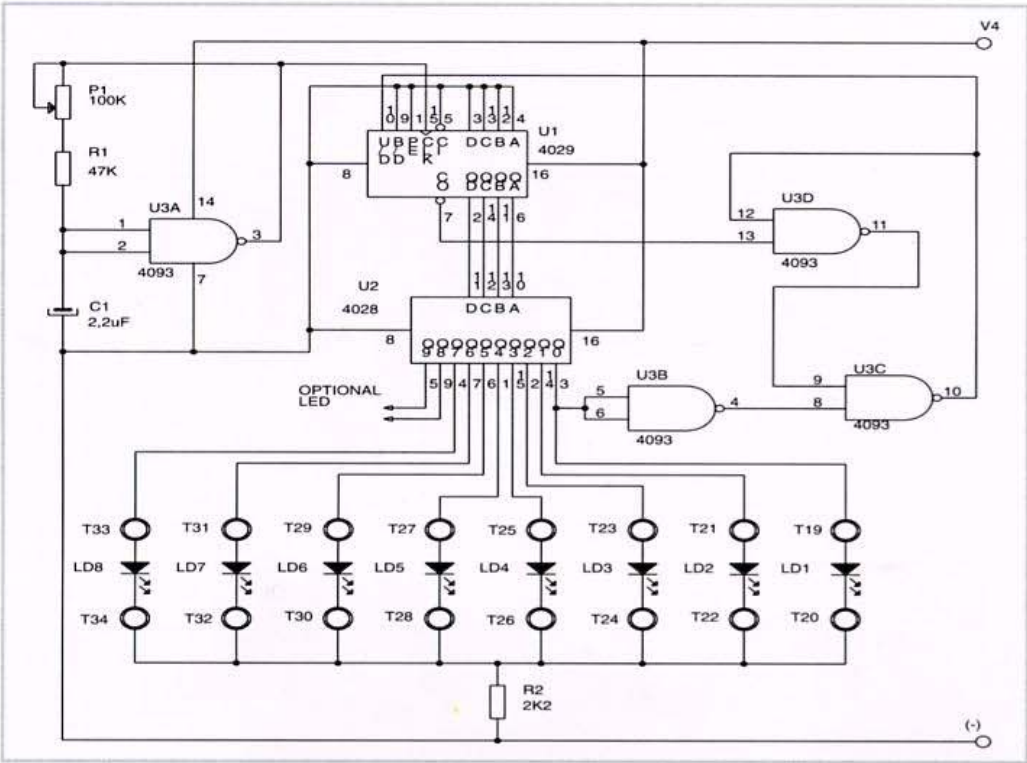
Il decodificatore, le cui uscite saranno collegate ai LED, è governato da un contatore ascendente/discendente con un clock di frequenza variabile. La direzione verso cui si sposta il LED che si illumina viene determinata dal verso del conteggio del contatore, il quale stabilisce anche il livello logico dell'entrata U/D. Questo livello cambia automaticamente quando arriva alle due estremità del conteggio – 9 e 0 – di modo che il LED si starà spostando continuamente da un lato all'altro.

P1 regola la frequenza

Il circuito

Il circuito ha quattro parti ben differenziate: il clock, il contatore, il decodificatore e la logica di cambiamento della direzione dei LED. Il clock del circuito è realizzato con la porta U3A del 4093. Possiamo variare la frequenza dell'oscillatore e, quindi, la velocità di spostamento del LED, grazie al potenziometro P1. Il segnale dell'oscillatore viene applicato all'entrata del clock del 4029, che, a sua volta, controlla il decodificatore 4028.

Quest'ultimo integrato si connette direttamente agli otto LED dell'uscita (da Q0 a Q7). Dato che i LED sono otto e le uscite Q8 e Q9 non sono collegate, quando le attiviamo, per un istante, tutti i LED rimarranno spenti. Per quanto riguarda la logica per cambiare verso, quello che si deve fare è cambiare automaticamente lo stato d'entrata U/D del contatore attraverso un flip-flop R-S. Quando il contatore arriva al suo conteggio massimo, contando in modalità ascendente, si attiva a livello basso l'uscita /CO; ciò "resetta" il flip-flop ponendo a basso livello ('0') l'entrata U/D, per cui il contatore inizia il suo conteggio in modalità discendente. Quando il contatore arriva a '0', l'uscita Q0 del decodificatore si attiva a livello alto; invertendo il suddetto segnale otterremmo il livello basso di cui abbiamo bisogno

Luce automatica bidirezionale

COMPONENTI	
R1	47 K
R2	2K2
P1	100 K
C1	2,2 µF
U1	4029
U2	4028
U3	4093
LD1 a LD8	

per "resettare" il flip-flop Tutto ciò metterà all'entrata U/D un livello alto '1' e, quindi, il contatore inizierà il suo conteggio ascendente. Si deve ripetere nuovamente e ininterrottamente tutto il processo fino a quando è presente la tensione dell'alimentazione.

Avviamento

Il circuito con l'alimentazione collegata deve funzionare come abbiamo appena spiegato. Se così non fosse, scollegheremo l'alimentazione e verificheremo tutte le connessioni del circuito, prestando particolare attenzione all'alimentazione dei circuiti integrati.

Il flip-flop R-S cambia automaticamente il verso dello spostamento.

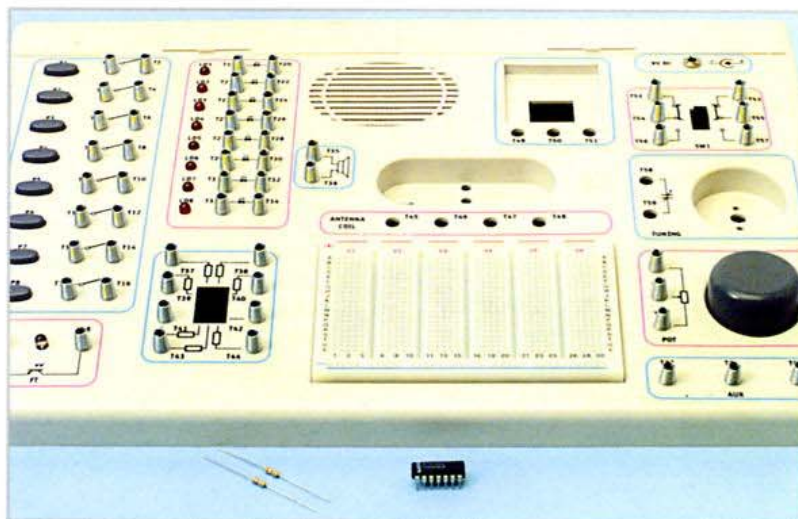
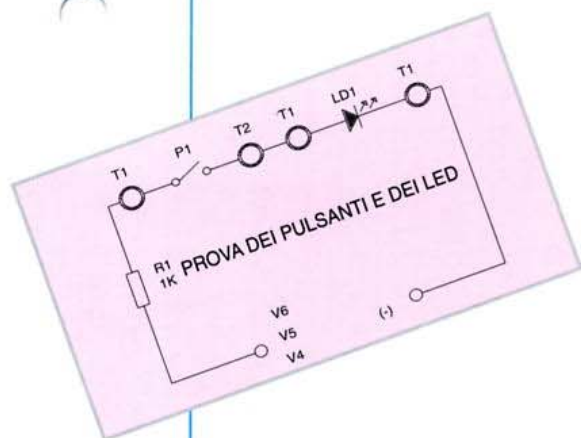
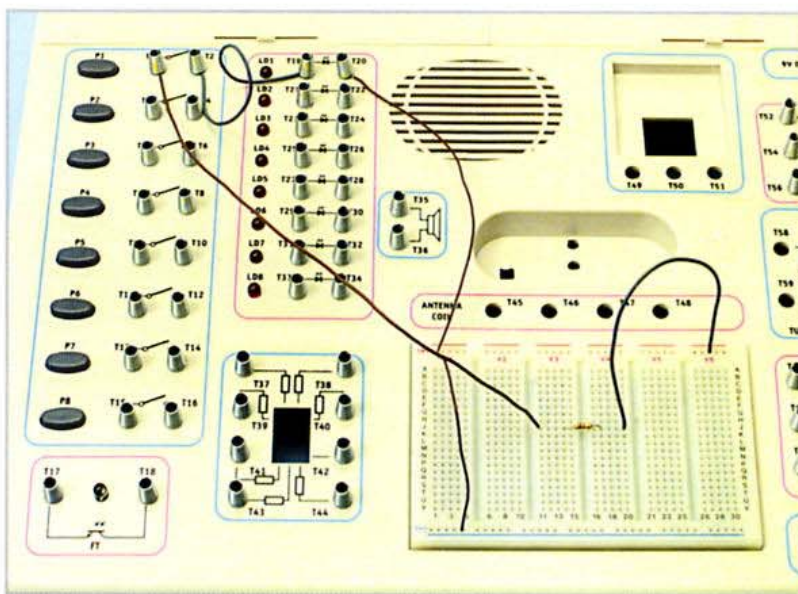
Esperimento

Se la velocità di spostamento è troppo veloce, anche con il potenziometro P1 regolato al suo massimo valore, la possiamo diminuire aumentando il valore della capacità C1, quello della resistenza R1 oppure entrambi i valori insieme.

Revisione I

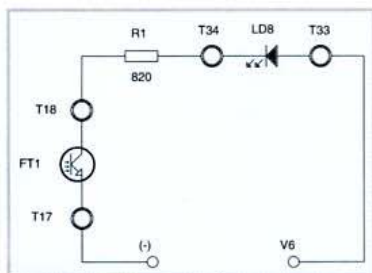
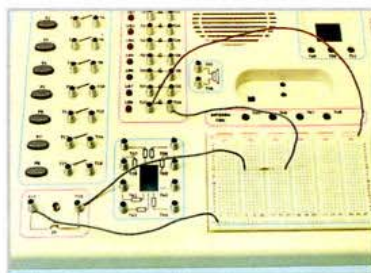
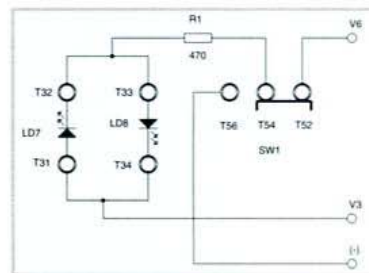
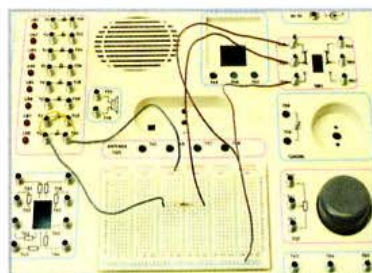
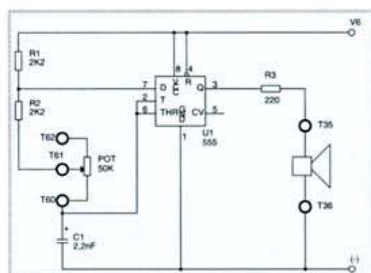
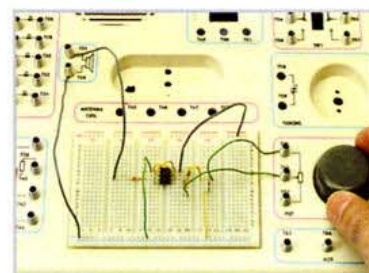
Il laboratorio non è ancora completo, ma per prevenire possibili "defaillance" è consigliabile una revisione periodica

MATERIALI

1. Revisione

1 Continua la fornitura di componenti e pezzi per completare il laboratorio, ma prima di continuare il montaggio (e anche periodicamente) si deve revisionare il laboratorio per mantenerlo in buono stato.

2 Con questo montaggio si verifica, come minimo, il funzionamento dei LED e dei pulsanti.

Trucchi

Conviene verificare periodicamente lo stato del laboratorio, soprattutto se si ha intenzione di iniziare ad effettuare esperimenti complicati. Verrà indicato come verificare il funzionamento delle sue diverse parti con alcuni veloci e semplici montaggi.

Revisione I

3 Schema utilizzato per verificare il funzionamento del fototransistor. Invertire le connessioni, nel caso non funzioni e ripetere la verifica.

4 Montaggio della verifica del fototransistor. Se il LED si illumina quando si invertono le connessioni, si devono invertire anche quelle del fototransistor.

5 Verifica del commutatore; con questo curioso montaggio si inverte il senso in cui circola la corrente attraverso i LED.

6 Dopo la verifica del circuito del commutatore, si continuerà con quanto segue.

7 Questo schema viene utilizzato per verificare il funzionamento dell'altoparlante e del potenziometro.

8 Il circuito utilizza pochissimi componenti e permette la verifica simultanea del potenziometro e dell'altoparlante.

9 Dopo la revisione e qualche eventuale riparazione, il laboratorio è pronto per continuare ad effettuare gli esperimenti.